

# C-Digital, Technik und Übertragungsprotokolle

<b>1</b>	<b>ÜBERTRAGUNGSTECHNIK HANDREGLER - ZENTRALE.....</b>	<b>2</b>
1.1	VERBINDUNGSTECHNIK .....	2
1.2	PINBELEGUNGEN.....	2
1.3	ZUSÄTZLICHE NOTSTOP-TASTE .....	2
1.4	ÜBERTRAGUNGSPROTOKOLLOKOLL HANDREGLER - ZENTRALE.....	3
1.5	ÜBERTRAGUNGSPROTOKOLL ZENTRALE-HANDREGLER .....	4
1.6	ÜBERTRAGUNGSPROTOKOLL HANDREGLER HRX20 UND FUNKINTERFACE .....	5
<b>2</b>	<b>ÜBERTRAGUNGSTECHNIK ZENTRALE – LOKDECODER.....</b>	<b>5</b>
2.1	PRINZIP DER DATENÜBERTRAGUNG ZU DEN LOKDECODERN .....	5
2.2	<a href="#">ERWEITERUNG AUF 99 UND 120 LOKADRESSEN</a> .....	6
2.3	HINWEISE ZU BELEUCHTETEN WAGGONS .....	7
2.4	ABLAUF DER DATENSENDUNG .....	7
2.5	TABELLE ZUM ÜBERTRAGUNGSPROTOKOLL .....	7
2.6	BEDEUTUNG DER DATENBITS .....	8
2.6.1	<i>Zweileitersystem</i> .....	8
2.6.2	<i>Dreileitersystem</i> .....	9
<b>3</b>	<b>ÜBERTRAGUNGSTECHNIK ZENTRALE – BOOSTER.....</b>	<b>9</b>
3.1	VERBINDUNGSTECHNIK .....	9
3.2	PINBELEGUNGEN SUB-D-9.....	9
3.3	ZUSÄTZLICHE RESTART-TASTE .....	9

Stand Jan 2021

Tabelle S. 8:

Änderungen in roter Schrift (Hinweis: Die Haltrichtungen GUZ oder UZ sind von der Betrachtungsweise der Anlagengeometrie und der Wahl der Seite für den COM-Gleisanschluss abhängig. Durchfahren die Loks bei normaler Fahrt Haltstrecken vor rotem Signal und halten sie in Gegenrichtung an, so kann durch Vertauschen der Leitungen UZ und GUZ an den Anschlüssen der Zentrale dieses korrigiert werden.)

Für Langsamfahr-Informationen wird die Kombination „00“ bei Bit 15 und Bit 16 genutzt.

DRM = Decoder-Rückmeldung

Weitere Informationen zu C-Digital und Conrad-Digital bei

[www.c-digitalsystem.de](http://www.c-digitalsystem.de)

eMail:

[infos@c-digitalsystem.de](mailto:infos@c-digitalsystem.de)

[techsupport@c-digitalsystem.de](mailto:techsupport@c-digitalsystem.de)

Techniklabor Grünwald, Ingenieurbüro, Cecilie-Vogt-Weg 28, 93055 Regensburg, Tel +49 (0)941 46 11 444

# 1 Übertragungstechnik Handregler - Zentrale

## 1.1 Verbindungstechnik

Der Handregler ist mit der Zentrale durch eine 5-polige Signalleitung steckbar verbunden. Sie führt die Stromversorgungsleitungen VCC und GND sowie die beiden Leitungen für den Datenaustausch SCL und SDA und die Leitung für die Notstop-Taste.

Als Steckverbindung dienen fünfpolige Diodenstecker an den Handregler-Kabeln und die entsprechenden Buchsen an der Zentrale. Die Buchsen in der Zentrale sind Pin für Pin parallel durchverbunden; die Steckplätze unterscheiden sich demnach nicht. Das Unterscheiden der Handregler erfolgt nur durch die im Handreglerprogramm eingestellte Geräteadresse (Handreglernummer).

Das Handreglerkabel kann z.B. durch ein fünfpoliges Stereo-Verlängerungskabel (Stecker-Buchse) verlängert werden. Je nach Kabeltyp erzielt man damit Längen bis zu 10 m. **Achtung:** Lange Anschlusskabel könnten geringe Funkwellen aussenden, wodurch empfindliche Empfangsgeräte in der Nähe (z. B. im Zimmer) gestört würden. Die für alle Komponenten von C-Digital und Conrad-Digital durchgeführte CE-Abnahmeprüfung gilt nur für den Originalaufbau ohne Verlängerungskabel.

## 1.2 Pinbelegungen

Pin	Bezeichnung	Beschreibung
1	SCL	Taktleitung zur Datenübertragung zwischen Zentrale und Handregler. Die Zentrale schaltet sie Leitung mit der Daten-Übertragungsfrequenz auf GND.
2	GND	Massepotenzial. GND ist mit den Klemmen COM der Gleisanschlüsse und mit GND der Sub-D9 Buchse für den Booster verbunden.
3	SDA	Datenleitung. Je nach momentaner Übertragungsrichtung schaltet die Zentrale oder der Handregler diese Leitung abhängig vom aktuellen Bitwert auf GND.
4	Stop	Die Leitung führt direkt zur Stop-Taste im Handregler und ist in der Zentrale über einen 2 KOhm Widerstand an VCC angeschlossen. Das Betätigen einer Stop-Taste verbindet die Leitung mit GND und die Gleisstromversorgung wird abgeschaltet.
5	VCC	Spannungsversorgung Handregler + 5 Volt aus dem Schaltnetzteil der Zentrale. Die 5 Volt werden aus der 18 Volt Spannungsversorgung der Zentrale gewonnen. Die maximale Belastung beträgt 1 A (alle Handregler).

## 1.3 Zusätzliche Notstop-Taste

An den Handregler-Buchsen können separate Notstop-Tasten angesteckt werden, die an geeigneten Stellen der Modellbahnanlage angebracht werden können. Dazu wird ein zweipoliges Kabel an den Pins 2 und 4 eines Diodenstreckers angelötet. Am anderen Kabelende befindet sich die Notstop-Taste. Bei Betätigung werden die Pins 2 und 4 an der Handreglerbuchse verbunden und die Stromversorgung für die Gleisanlage schaltet ab. Parallel können beliebig viele, weitere Notstop-Tasten angebracht werden.

## 1.4 Übertragungsprotokollokoll Handregler - Zentrale

Die Datenübertragung zwischen Handregler und Zentrale basiert auf dem Inter-IC-, auch bezeichnet als I2C Protokoll (I-Quadrat-C-Protokoll) von Philips. Die Zentrale tastet etwa alle 5 Sekunden ab, welche Handregler angesteuert sind. Für jeden Handregler werden acht Speicherplätze reserviert. Für sieben Handregler sind Speicherplätze vorgesehen. Der Handregler mit Adresse 7 erhält von der Zentrale eine zusätzliche Prüffunktion für Messzwecke, die sich im Normalbetrieb nicht auswirkt.

Für den siebten Handregler kann eine Einsteckmöglichkeit geschaffen werden, indem man anstelle des sechsten Handreglers eine fünfpoligen Diodenstecker einsteckt, an dem unmittelbar zwei fünfpolige Buchsen parallel verdrahtet angeschlossen werden. Diese Buchsen sind dann für die Handregler 6 und 7 vorgesehen.

### Übertragung I2C-Bus V.7x99 Byte-Empfang

Impuls	Byte	I2C-Bit	Bedeutung	bit	05.12.16	
0		START	Busbelegung		Slave	
1	Slave-Adresse	7	Slaveadresse	3	Steuerbits	
2		6	Slaveadresse	2	Mode0-Sendedaten	
3		5	Slaveadresse	1	Mode1 od. 3 Sendedaten	
4		4	Slaveadresse	0	Mode2-Sendedaten	
5		3	frei		Bit-Wert	
6		2	frei			
7		1	frei			
8		R/W	Send./Empf. (Empf.=1)			
9		Ackn			bei Mode 1, neue Lokadr.:	
10	0 i2cbt0	7	Reserve-Bit 17		Reserve-Bit 17	
11		6	Senden EIN/AUS (1=AUS)		neue Lokadr. (1: nLA > 61)	
12		5	Lokadresse	5	Lokadresse	
13		4	Lokadresse	4	Lokadresse	
14		3	Lokadresse	3	Lokadresse	
15		2	Lokadresse	2	Lokadresse	
16		1	Lokadresse	1	Lokadresse	
17		0	Lokadresse	0	Lokadresse	
18		Ackn				
19	1 i2cbt1	7	Sollgeschwindigkeit	7		
20		6	Sollgeschwindigkeit	6		
21		5	Sollgeschwindigkeit	5		
22		4	Sollgeschwindigkeit	4		
23		3	Sollgeschwindigkeit	3		
24		2	Vorw.-Rückw.-Fahrt			
25	1	vsoll-Aktualisierung (1=ja)				
26	0	par1-Aktualisierung (1=ja)				
27		Ackn				
28	2 i2cbt2	7	Datenauswahl P1 = 0	Datenauswahl P2/nL = 1	Datenauswahl P2/nL = 1	Datenauswahl P2/nL = 1
29		6	Automatikfahrt	Datenauswahl Par2a = 0	Datenauswahl Par2bc = 1	Datenauswahl Par2bc = 1
30		5	Signalhalt Überfahren	a Steuerparam. 20/40 Hz	Datenauswahl Par2b = 0	Datenauswahl Par2c = 1
31		4	Zusatzfunktion 2, Pfeifen	b SigPfeifen Ein/Aus	g F1 Automatik	l Analtwegverl.
32		3	Zusatzfunktion 1	c Tastfunktion	h elektr. Motorbremse	m Dreileitersystem
33		2	Lokadresse 0: <61, 1: >61	d Lokadresse 0: <61, 1: >61	i Lokadresse 0: <61, 1: >61	n Lokadresse 0: <61, 1: >61
34		1	Beschleunigung/Verz. 1	e Signal-Anhalteweg 1	j Verl. Anfahrpuls 7	o Anschaltung der
35		0	Beschleunigung/Verz. 0	f Signal-Anhalteweg 0	k F1-Kontrol/P2-Wert 6	p Spitzenlampen
36		Ackn				
37	3 i2cbt3	7	Doppeltraktion (1=EIN)	nLokadr/P2Wert (1=P2) 0	nLokadr/P2Wert (1=P2) 1	frei
38		6	Doppeltr.Lokrichtung	nLokadr/Par2 (1=P2) 0	nLokadr/Par2 (1=P2) 0	nLokadr/Par2 (1=Par2) 1
39		5	Doppeltr.Lokadresse 5	Lokadresse neu 5	P2-Wert 5	
40		4	Doppeltr.Lokadresse 4	Lokadresse neu 4	P2-Wert 4	
41		3	Doppeltr.Lokadresse 3	Lokadresse neu 3	P2-Wert 3	
42		2	Doppeltr.Lokadresse 2	Lokadresse neu 2	P2-Wert 2	
43		1	Doppeltr.Lokadresse 1	Lokadresse neu 1	P2-Wert 1	
44		0	Doppeltr.Lokadresse 0	Lokadresse neu 0	P2-Wert 0	
45		inv.Ack				
46		STOP				

Der Datenaustausch Zentrale – Handregler findet nach folgendem Ablauf statt:

Die Zentrale sendet die Adresse des ersten Handreglers mit der Aufforderung, seine vier aufbereiteten Datenbytes i2cbt0...3 zu senden. Diese Datenbytes werden in der Zentrale empfangen, bewertet und zusammen mit diversen Steuerungs-Informationen abgespeichert. Etwa 11 Millisekunden danach sendet die Zentrale zum Handregler zwei Kontrollbytes zurück. Aus ihnen erkennt der Handregler Fehler wie z. B. eine bereits bei einem anderen Handregler eingestellte Lokadresse. Nach weiteren 11 Millisekunden startet die Zentrale den Datenaustausch mit dem nächsten Handregler. Nachdem alle Handregler abgefragt wurden, beginnt die Zentrale erneut beim ersten.

Die Tabelle oben zeigt die Bedeutung der einzelnen Bits der I2C-Übertragung. Nach dem Startbit folgt die Handregler-Nummer und anschließend die vier Datenbytes. Die ersten beiden Datenbytes enthalten Lokadresse, Geschwindigkeit, Fahrtrichtung und Steuerbits (Bit 11, 25 und 26). Die letzten beiden Bytes können unterschiedliche Bedeutungen (Doppeltraktion, Parameter 2, neue Lokadresse) annehmen. Sie werden durch die Bits 28, und ggf. 29, 30 und 38 festgelegt. Bei jedem Impuls wird ein Bit übertragen. Die Impulse/Bits sind in der Tabelle nummeriert.

Impuls 0	Zentrale sendet START-Bit
Impuls 1 bis 4	Zentrale sendet Slave-/Handregler-Nummer Bit 3, 2, 1, 0
Impuls 5 bis 7	Zentrale sendet „0“
Impuls 8	Zentrale sendet „1“: Datenempfang. Die Zentrale schaltet auf Datenempfang
Impuls 9	Der adressierte Handregler sendet „0“ als Quittungssignal zur Zentrale
Impuls 10	Handregler sendet „0“ (Bit derzeit nicht verwendet)
Impuls 11	Handregler sendet „Sendebit“: „1“ verhindert in der Zentrale das Senden der Daten an den Decoder, „0“ Normalbetrieb <i>Ab Zentrale 33 wird durch dieses Bit der Zentrale mitgeteilt, dass die neue Lokadresse im Bereich 65 bis 125 (Decoderadressnummer) liegt</i>
Impuls 12 bis 17	Handregler sendet die Lokadresse Bit 5, 4, 3, 2, 1, 0
Impuls 18	Zentrale quittiert Empfang mit „0“
Impuls 19 bis 23	Handregler sendet Geschwindigkeit Bit 4, 3, 2, 1, 0
Impuls 24	Handregler sendet Fahrtrichtung
Impuls 25	Handregler sendet Steuerungsbit: „1“ bedeutet Geschwindigkeitsänderung seit der letzten I2C-Übertragung liegt vor (priorisiertes Senden der Geschwindigkeit an den Lokdecoder)
Impuls 26	Handregler sendet Steuerungsbit: „1“ bedeutet Änderung diverser Parameter seit der letzten I2C-Übertragung liegt vor (priorisiertes Senden der Parameter an den Lokdecoder)
Impuls 27	Zentrale quittiert Empfang mit „0“
Impuls 28	Handregler sendet Steuerungsbit für die Übertragung der folgenden zwei Bytes: „0“ es folgen Automatikfahrt, Signalhalt überfahren ... Beschleunigung/Verz., und im folgenden Byte Doppeltraktion EIN/AUS, Fahrtrichtung und Geschwindigkeit „1“ es werden die Steuerungsbits bei Impuls 29 und 30 ausgewertet und damit die folgenden Bits als Parameter 2a/neue Lokadresse oder als Parameter 2bc ausgewertet. Das Bit zu Impuls 38 legt fest, ob Parameter 2a oder die neue Lokadresse von der Zentrale ausgewertet werden. Bei Parameter 2bc entscheidet Bit 30 zwischen Parameter 2b oder 2c. <i>Ab Zentrale 33 gibt das bisher freie Bit 33 den Bereich der Lokadresse an, „0“ = Lokadresse 1 bis 61, „1“ = Lokadresse 65 bis 125 (Decoderadressnummer)</i>
Impuls 36	Zentrale quittiert Empfang mit „0“
Impuls 37 bis 44	Handregler sendet Datenbits entsprechend der Steuerungsbits wie sie mit den Impulsen 28, 29 und 30 gesendet wurden (s. Text bei Impuls 28).
Impuls 45	Zentrale quittiert Empfang mit „1“ mit der Bedeutung „Ende der Übertragung“.
Impuls 46	Zentrale sendet STOP-Bit

## 1.5 Übertragungsprotokoll Zentrale-Handregler

Die Zentrale bestätigt die vier empfangenen Datenbytes des Handreglers durch Rücksendung eines Kontrollbytes. Der Ablauf der Datenübertragung erfolgt nach demselben Prinzip wie unter 1.4 beschrieben mit nur einem Datenbyte. Die Übertragung läuft also nur mit 19 Impulsen/Bits ab. Folgende Bedeutungen abweichend von der Aufstellung bei 1.4 liegen vor:

Impuls 8	Zentrale sendet „0“: Datensendung. Die Zentrale sendet zwei Bytes.
Impuls 10	Zentrale sendet das vom Handregler empfangene Bit11 (Senden EIN/AUS) zurück
Impuls 11	Zentrale sendet Aktualisierungsbit: „0“ keine Aktualisierung, „1“ Aktualisierung
Impuls 12	Zentrale sendet Bestätigung zur Lokadresse: „0“ Lokadresse wurde eingestellt, „1“ Lokadresse unzulässig, sie ist bereits vergeben
Impuls 13	Zentrale sendet Bestätigung zur Doppeltraktion-Lokadresse: „0“ Lokadresse wurde eingestellt, „1“ Lokadresse unzulässig, sie ist bereits vergeben
Impuls 14	Zentrale sendet Kontrollbit der Datenübertragung. „0“ Datenübertragung enthält Fehler. „1“ Datenübertragung war i. O.
Impuls 15 bis 17	Rückmeldung der Sendepriorität zum Lokdecoder
Impuls 18	Der Handregler quittiert den Empfang mit „0“
Impuls 19	Zentrale sendet STOP-Bit

Ab Decoder 56 können zusätzliche Werteangaben bei den Parameter 2 Decoder-Programmierungen vorgenommen werden. Diese werden über die Funktion „neue Lokadresse“ gesendet und diesen Decoder angenommen. Dafür wurde in der Zentrale 33 Software speziell verhindert, dass eine Werteangabe mit einer Lokadresse verglichen und möglichenfalls verworfen wird. Hier erfolgt keine Fehler Rückmeldung für die Lokadresse beim Impuls 12 oder 13.

## 1.6 Übertragungsprotokoll Handregler HRX20 und Funkinterface

Die neuen Handregler HRX20K (Kabelversion) verwenden eine erweiterte Rückmeldung von der Zentrale zum Handregler (vgl. Kap 1.5). Ebenso ist die Datenübertragung zwischen der Zentrale und dem Funkinterface für Funkhandregler HRX20F erweitert worden. Die Beschreibung dieser Protokolle ist in separaten Dokumenten beschrieben (zurzeit nicht online).

# 2 Übertragungstechnik Zentrale – Lokdecoder

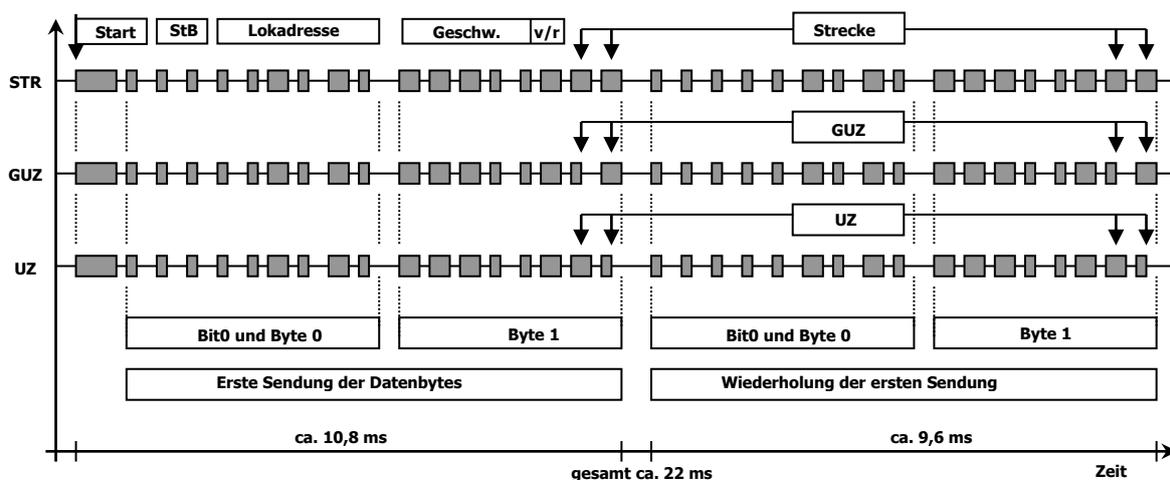
## 2.1 Prinzip der Datenübertragung zu den Lokdecodern

Die Gleisanlage wird mit 15 Volt Gleichspannung versorgt, die an den Klemmen STR (Pluspol) und COM (Minuspol) abgenommen und am Gleis angeschlossen wird. Herkömmliche Digitalsysteme ändern die Polarität ihrer Gleisspannung mit einer Frequenz, aus der die Lokdecoder die Dateninformationen gewinnen können. Im Gegensatz dazu ändert sich die Polarität der Gleisspannung bei C-Digital/Conrad-Digital nicht, sie bleibt also während des Betriebes konstant. Da sowohl bei STR, als auch UZ und GUZ die selbe konstante Gleichspannung anliegt, wirkt sich das Verbinden dieser Anschlüsse nicht negativ auf die 15 Volt Gleisspannung aus.

Zum Transport der Datenimpulse wird ein modulierter Datenstrom mit einer Trägerfrequenz von 450 kHz verwendet. Die Amplitude beträgt 300 bis 500mVss. Dabei werden vier Impulslängen unterschieden:

- 1,2 Millisekunden: Startimpuls der Übertragungssequenz
- 0,4 Millisekunden: „1“ Impuls
- 0,17 Millisekunden: „0“ Impuls
- 0,17 / 0,4 Millisekunden: Impulspause, je nach vorangegangenem Impuls „0“ oder „1“

Die Impulslängen können um +/- 0,03 Millisekunden schwanken.



Jeweils der modulierte Datenstrom für STR, UZ und Güz wird in der Zentrale zu den 15 Volt Gleichspannung hinzugegeben. Die drei Datenströme sind zueinander synchronisiert und unterscheiden sich jeweils nur in den letzten beiden Impulsen. Im Bild sind beispielhaft beim Zweileitersystem die Datenströme der 15Volt-Gleis-

anschlüsse STR, GUZ und UZ abgebildet, wie man sie mit einem Oszilloskop sehen würde. Die grauen Kästchen stellen die modulierte HF-Spannung von 450 kHz und ca. 500mVss dar. Nach dem Start-Impuls folgt Bit0 (= Z-Bit für DRM(\*) bzw. spätere Erweiterungen), hier mit Wert „0“. Im weiteren Verlauf sind die beiden Steuerbits (StB) mit dem Wert 0 und 0, und die Lokadresse mit dem Wert 001010, was dem dezimalen Wert 10 entspricht, abgebildet. Nach einer kurzen Pause wird das Byte 1 mit dem Wert für die Geschwindigkeit, hier die Fahrstufe 28 (11100), und das Fahrtrichtungsbit, hier 1, übertragen. Am Ende folgen die Steuerbits für die Streckeninformation STR, GUZ oder UZ. Werden zwei der Leitungen STR, GUZ oder UZ verbunden, so entsteht durch Überlagerung immer der Datenstrom STR. Eine in einen Anhalte-Abschnitt einfahrende Lok erhält also solange Streckeninformation, bis keine Verbindung der Trennstelle mehr über die Lokräder oder über die Räder beleuchteter Waggons vorliegt. Damit beim Überfahren einer Trennstelle nicht andere Halt-Abschnitte beeinflusst werden, muss jeder Haltabschnitt über eine separate Diode verdrahtet sein (s. Handbuch C-Digital, Conrad-Digital).

Ein Verbinden der Anschlüsse STR, UZ und GUZ untereinander wirkt sich also nur auf die letzten beiden Impulse aus. Alle anderen Datenbits bleiben unverändert gültig. Damit ist die wichtige Voraussetzung geschaffen, um die Anhalte- und Blockstellen-Funktionalität auf einfache Art realisieren zu können. Negative elektrische Auswirkungen oder Kurzschlüsse entstehen beim Überfahren an den entsprechenden Gleis-Trennstellen durch verbundene Lokräder nicht. Damit können streckenabhängig unterschiedliche Informationen an die Loks gesendet werden.

Dieses Prinzip ist bei herkömmlichen Digitalsystemen so nicht anwendbar, da voneinander abweichende Dateninformationen unterschiedliche Spannungspolaritäten der Versorgungsspannung aufweisen. Durchfährt eine Lok die Trennstelle zweier Gleisabschnitte mit unterschiedlichen Datensignalen, entstünden über die Räder Kurzschlüsse. Es besteht in dem Fall lediglich die etwas aufwändige Möglichkeit, in einem Gleisabschnitt ein abweichendes Datensignal nur dann zu zuschalten, wenn sich der komplette Zug im elektrisch getrennten Abschnitt befindet.

(\*) DRM = Decoder-Rückmeldung: Der Decoder beeinflusst den Datenstrom, sodass eine Rückmeldung seiner Daten an eine Zentrale ermöglicht wird. Dazu wird ein spezielles, zentrales Empfangsmodul benötigt. (ab Zentrale V 35c und Decoder 56/57 als Light-Version möglich)

## 2.2 Erweiterung auf 99 und 120 Lokadressen

Mit der Softwareversion Zentrale 33 wurde die Datenübertragung erweitert, sodass mit den Handreglern der Bauart mit vierstelligen Anzeigen nun 99 Lokadressen möglich sind. Voraussetzung dafür ist die Software 72b in den Handreglern. Ab Decodergeneration 56 können Lokadressen über 61 bis 99 vergeben werden.

Die Adresserweiterung wird im Rahmen des bestehenden Protokolls kompatibel umgesetzt, sodass sowohl herkömmliche als auch neue Decoder betrieben werden können. Wie im Protokoll auch bisher, sendet die Zentrale nach dem Startimpuls zwei identische Datensätze zu je zwei Bytes plus Zusatzbits. Ein Vergleich der Datensätze im Lokdecoder kann einzelne Bitfehler erkennen, und die Datensätze werden verworfen.

Aufgrund von im System reservierter Lokadressen gilt folgende Darstellung bzw. Umrechnung:

Adresse	Bedeutung	Handregler-Anzeige	Decoder-Adresse
0	unzulässig	0	---
1 bis 60	Lokadressen 1 bis 60	1 bis 60	1 bis 60
61	Lokadresse 61	61	61
62	Neutral-Adresse	---	---
63	allg. Anhalten	---	---
64	unzulässig	---	---
65	Lokadresse 62	62	65
66 bis 102	Lokadressen 63 bis 99	63 bis 99	66 bis 102
103 bis 125	Lokadressen 100 bis 122	100 bis 122	103 bis 125 (zukünftig)
126	Neutral-Adresse	---	---
127	allg. Anhalten	---	---

Die Datenbits für die Lokadresse sind sechsstellig, sodass Werte zwischen 0 und 63 übertragen werden können. Bei Adressen zwischen 64 und 127 invertiert die Zentrale das erste Byte im zweiten Datensatz. Herkömmliche Decoder werfen den Datensatz, während Decoder ab Version 56 dieses erkennen und es als Adresswert zwischen 64 und 127 interpretieren. Beim Einstellen einer neuen Lokadresse über 63 invertiert die Zentrale das zweite Byte im zweiten Datensatz.

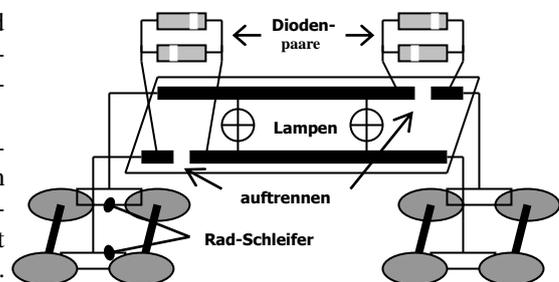
**Hinweis:** Da Lokdecoder der Vorversionen Empfang mit invertierten Datenbytes als fehlerhaft verwerfen, muss dafür gesorgt werden, dass sich mindestens eine Lok mit einer Adresse unterhalb 62 im Handreglersendemodus befindet. Ansonsten würde, da aus Sicht älterer Decoder keine gültigen Sendungen unter 61 stattfinden, diese in die Nothaltfunktion wechseln und anhalten.

## 2.3 Hinweise zu beleuchteten Waggonen

Zur Abnahme der Gleisspannung für die Waggon-Beleuchtung werden Schleifer an Rädern und Achsen verwendet. Das Programm im Lokdecoder ist so gestaltet, dass sich ein kurzzeitiges Überbrücken der Gleistrennstelle eines Halt-Abschnittes nur geringfügig auf den Anhaltevorgang auswirkt. Zweiachsige Drehgestelle eines D-Zug-Wagens, deren Achsenpaare zur Stromabnahme mit einem Schleifer verbunden sind, verändern die Anhalte-Funktionalität nicht wesentlich. Bei Waggonen, deren vorderes mit dem hinteren Drehgestell rechts und links zur verbesserten Stromabnahme verbunden sind, erfolgt ein nahezu durchgängiges Überbrücken der Trennstelle und das Anhaltesignal würde vom Streckensignal überlagert; die Lok erkennt das Anhaltesignal nicht und fährt durch!

Möglichkeiten der Abhilfe:

- Die Drehgestelle werden durch den Ausbau jeweils eines Radschleifers elektrisch getrennt. Der eine Gleispol wird dann nur vom vorderen, der andere vom hinteren Drehgestell abgegriffen. Wegen der damit verbundenen Kontaktreduzierung erhöht sich allerdings das Licht-Flackern.
- Jede aufgetrennte Verbindung zwischen den beiden Drehgestellen erhält zwei Dioden (1N4002 od. ähnl.). Wegen der Dioden-Spannung von ca. 0,7V gelangt das Streckensignal (ca. 0,5V) nicht in den Anhalteabschnitt. Leider ist diese Methode z. B. bei neuen Personenwagen der Fa. Fleischmann nicht möglich, da die Radschleifer den Strom direkt an zwei durchlaufende Eisenplatten abgeben.



## 2.4 Ablauf der Datensendung

Die Zentrale bereitet die vom Handregler empfangenen Daten auf und erzeugt daraus zwei Sendebits für den entsprechenden Lokdecoder. Es werden ein Startimpuls und zwei identische Blöcke zu je 17 Datenbits gesendet. Das erste Bit (Bit 0) wird für spätere Erweiterungen zusätzlich zu den beiden 8-Bit Bytes gesendet. Der Decoder speichert beide Blöcke ab und wertet sie nur dann aus, wenn sie identisch sind, damit die meisten Übertragungsfehler ausgeschlossen sind.

Zur Übertragung der Parameter 2a, b und c, sowie einer neuen Lokadresse sendet die Zentrale den Start-Impuls mit den beiden 17-Bit-Blöcke zweimal hintereinander an die Lok. Der Decoder speichert die Daten nur, wenn alle vier Blöcke bei ihm identisch eingetroffen sind. Damit wird eine sehr hohe Datensicherheit erreicht.

Je Sekunde werden von der Zentrale etwa 42 komplette Datensendungen durchgeführt, also bei sechs Loks erhält jede Lok durchschnittlich sechsmal in der Sekunde ihre Daten (außer Parameter 2a/b/c- oder neue Lokadresse-Einstellungen). Bei Doppeltraktion wird zuerst die Sendung an die eine Lok, dann eine neue an die andere durchgeführt. Bei sechs Loks mit Doppeltraktion wird jede Lok somit durchschnittlich dreimal je Sekunde angesprochen. Um dennoch ein schnelles Reaktionsvermögen zu erhalten, wird die Datenübertragung in der Zentrale in sieben Stufen priorisiert. Eine Änderung in Geschwindigkeits- oder Parameter1-Daten am Handregler wird mit Priorität 1 hinterlegt, gleichbleibende Daten nur mit Priorität 7. Die Sendung zum Decoder wird erst nach dem Count-Down der Priorität auf „0“ gestartet.

## 2.5 Tabelle zum Übertragungsprotokoll

Die Lokadresse 0 wird derzeit nicht verwendet und bleibt reserviert. Die Lokadresse 62 (Bits = 111110) gilt als neutral und wird von keinem Decoder ausgewertet. Mit dem Senden dieser Adresse kann die Datenübertragung

aufrecht erhalten werden, ohne eine Lok zu adressieren. Die Lokadresse 63 (Bits = 11111) wird von jedem Decoder als Nothalt-Kommando ausgewertet, das auch bei bestehender Automatik-Fahrt ein Anhalten bewirkt. Nach dem Abschalten und wieder Einschalten der Gleisspannung setzen die Decoder eine unterbrochene Automatik-Fahrt fort. Die Automatik-Fahrt kann nur durch Adressieren der Lok mit Fahrstufe 0 beendet (gelöscht) werden. Beim Zweileitersystem kommt die Kombination „00“ bei Bit 15 und 16 nur unter Verwendung eines Langsamfahrmoduls CDL vor.

Ab Zentrale Software 33 und der Erweiterung der Lokadressen gelten ebenfalls die Lokadresse 126 als neutral und 127 als Nothalt-Kommando. Die Lokadresse 64 wird wie die Lokadresse 0 nicht verwendet und bleibt reserviert.

Übertragungsprotokoll mit Prinzip-Bild, bezogen auf Profi-Decoder SW33 (Erstsoftware):  
(Rote Schrift: Änderungen Vers. 16.01.2021)

Bit 0	Reserve									
Mode	0					1	2	3		
Bit 1	x	0	x	x	x	0	1	1		
Bit 2	y	0	y	y	y	1	0	1		
Adr.	Adr. 0	Adr. 1 - 61	Adr. 1 - 61	Adr. 62	Adr. 63	Adr. 1 - 61	Adr. 1 - 61	Adr. 1 - 61	Adr. 1 - 61	Adr. 1 - 61
Bit	Reserve	Betrieb	Reserve	neutral	Nothalt	Neue Lokadr.	Param. 1	Param. 2a	Param. 2b	Param. 2c
3	0	Lok-Adresse	Lok-Adresse	1	1	(bisherige) Lok-Adresse	Lok-Adresse	Lok-Adresse	Lok-Adresse	Lok-Adresse
4	0			1	1					
5	0			1	1					
6	0			1	1					
7	0			1	1					
8	0			0	1					
9	frei	Geschwindigkeit	Geschwindigkeit	frei	frei	neue, bleibende Lok-Adresse	Autom.Fahrt	0	1	1
10	frei			Haltdurchfahrt	Mot 20/40 Hz		0	1		
11	frei			ZFkt2/Pfeife	SigPfeifen		F1-Automatik	Dauerlicht		
12	frei			ZFkt 1	Tastfunktion		Mot.bremse	Dreileit.Syst.		
13	frei			Beschleunig. Verzögerung	Länge des Haltweges		F2-Kontrol	Spitzenlicht		
14	frei	Vor/Rück	Vor/Rück	frei	frei			F1-Kontrol	Anschtaltung	
15	Halt GUZ	Halt GUZ	LaF	Halt GUZ	Halt GUZ	Halt GUZ	Halt GUZ	Halt GUZ	Halt GUZ	Halt GUZ
16	Halt UZ	Halt UZ	LaF	Halt UZ	Halt UZ	Halt UZ	Halt UZ	Halt UZ	Halt UZ	Halt UZ
Halt-Bits	Bit 15	Bit 16	Klemme	Zweileitersystem			Klemme	Dreileitersystem		
0	0	0	---	Langsamfahr-Information			UZ	Anhalten vor Signalen		
1	0	1	GUZ	Halt vor Signalen Uhrzeigerichtung			GUZ	Vorbereitung Durchfahrt, Set Merker		
2	1	0	UZ	Halt vor Signalen Gegenuhrzeigerichtung			STR	Streckenfahrt, Reset Merker		
3	1	1	STR	normale Streckenfahrt			---	nur in Kombination, Streckenfahrt		

## 2.6 Bedeutung der Datenbits

- Bit 0 zu „0“ gesetzt. Reserve für spätere Erweiterungen
- Bit 1 und 2 legen die Bedeutung der folgenden Bits fest (linker Wert = Bit 1):
- „00“ es folgen Lokadresse, Geschwindigkeit und Fahrtrichtung
  - „01“ es folgen Lokadresse und die neu zu speichernde Lokadresse
  - „10“ es folgen Lokadresse und Parameter1-Bits (s. Tabelle)
  - „11“ es folgen Lokadresse und die Parameter2-Bits. Dabei wird mit den Bits 9 und 10 zwischen den Parametern 2a, b oder c unterschieden.
- Bit 3 bis 8 Lokadresse, MSB zuerst
- Bit 9 bis 14 Geschwindigkeit, Parameter1, neue Lokadresse oder Parameter2 je nach Einstellung wie Bei Bit 1 und 2 oben vermerkt (jeweils MSB zuerst)

Die Bits 15 und 16 werden je nach Zweileiter- oder Dreileiter-System unterschiedlich verwendet.

### 2.6.1 Zweileitersystem

- Bit 15 „1“ am Anschluß STR und UZ  
„0“ am Anschluß GUZ
- Bit 16 „1“ am Anschluß STR und GUZ  
„0“ am Anschluß UZ

## 2.6.2 Dreileitersystem

Bit 15 und 16	„00“ HALT am Anschluß UZ
	„01“ GD am Anschluß GUZ
	„10“ am Anschluß STR
	„11“ erfolgt bei Überfahrt von STR nach GD oder umgekehrt

# 3 Übertragungstechnik Zentrale – Booster

## 3.1 Verbindungstechnik

Die Verbindung von der Zentrale zum Booster erfolgt über ein 9-poliges Verbindungskabel mit Sub-D-Stecker und Buchse. Die Pinbelegung ist 1:1. Derartige Kabel sind aus der Computertechnik bekannt und vielerorts erhältlich. Eine Verlängerung ist möglich. Wegen der übertragenen HF-Signale sind abgeschirmte Kabel zu verwenden.

## 3.2 Pinbelegungen Sub-D-9

Pin	Bezeichnung	Beschreibung
1	Softstart	Diese Signal-Leitung verbindet die Stromversorgungen der Zentrale mit allen angeschlossenen Boostern, und sorgt bei Notstop für deren Stromabschaltung.
2	HF	Ausgang HF-Spannung, 450 kHz, 500mVss
3	GUZ	TTL-Daten-Signal (open Koll.) entsprechend der GUZ Dateninformationen.
4	UZ	TTL-Daten-Signal (open Koll.) entsprechend der UZ Dateninformationen.
5	STR	TTL-Daten-Signal (open Koll.) entsprechend der STR Dateninformationen.
6	GND	Massepotenzial. GND ist mit den Klemmen COM der Gleisanschlüsse und mit GND der Handreglerbuchse verbunden.
7	Restart	Die Leitung führt direkt zur Restart-Taste der Zentrale. Sie führt etwa 2,5V und wird bei Betätigung der Restart-Taste der Zentrale mit GND verbunden.
8	Vcc	Spannungsversorgung + 5 Volt aus dem Schaltnetzteil der Zentrale. Die 5 Volt werden aus der 18 Volt Spannungsversorgung der Zentrale gewonnen. Die maximale Belastung beträgt 1 A (s. auch Punkt 1.2).
9	Trigger	Ausgangsleitung mit Triggersignal für Oszilloskop zur Analyse des Datenstromes an den Anschlüssen STR, GUZ und UZ. <b>Keine anderweitige Verwendung zulässig (Zerstörungsgefahr)!</b>

## 3.3 Zusätzliche Restart-Taste

Analog zu 1.3 besteht die Möglichkeit, zusätzliche Restart-Tasten über ein zweipoliges Kabel an der Modellbahnanlage abgesetzt anzubringen. Das Kabel wird am letzten Booster an einem 9-poligen Sub-D-Stecker an den Pins 6 und 7 angelötet. Am anderen Ende befindet sich der Taster, der bei Betätigung die Pins 6 und 7 verbindet und das Einschalten der Gleisspannung veranlasst. Es können parallel beliebig viele Restart-Tasten angeschlossen werden.